

не допускать работу двигателя с отключенной аккумуляторной батареей;

не производить зарядку аккумуляторной батареи, подключенной к бортовой системе автомобиля;

не использовать для облегчения пуска дополнительных источников тока, кроме аккумуляторных батарей;

не отсоединять и не присоединять блок управления при включенном зажигании;

не допускать перегрев блока управления (выше  $+80^{\circ}\text{C}$ );

не проводить сварочные работы при подключенном блоке управления;

выявлять неисправности и устранять их в электронных системах второго поколения только с использованием специальных тестеров.

*Рецензент канд. техн. наук,  
доц. ПОКЛАД Л. Н.*

УДК 621.926.33

## СИЛОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ С МАТЕРИАЛОМ В РОЛИКО-КОЛЬЦЕВОЙ МЕЛЬНИЦЕ

*Канд. техн. наук ДУБОВСКАЯ Е. М.*

*Белорусская государственная политехническая академия*

Особенности и преимущества валковых и роliko-кольцевых мельниц перед другими размольными устройствами, заключающиеся в управляемости и упорядочении процессов захвата, силового воздействия и разрушения материала за счет предельного обжата со сдвигом частиц, обеспечивают сравнительно низкую энергоемкость измельчения и узкое поле рассеяния размеров частиц получаемого порошка. В роliko-кольцевых мельницах вследствие односторонней кривизны рабочих поверхностей кольца и ролика (валка) размер захватываемых кусков и высота сечения захвата порошка фактически ограничены разностью диаметров рабочих поверхностей кольца и ролика. При этом длина очага уплотнения и деформации материала значительно больше, чем при прокатке в валках, что обеспечивает возможность его более глубокой проработки – измельчения за один проход.

На рис. 1 приведена схема головки роliko-кольцевой мельницы с саморегулируемым режимом обработки. Размол материала в ней происходит между кольцом и валком при рассогласовании их окружных скоростей. Регулирование зазора между рабочими поверхностями кольца и валка-ролика осуществляется за счет изменения межосевого расстояния между ведущим валом-

шестерней и валком путем поворота эксцентрично выполненных втулок. В процессе размола в зависимости от конечной высоты слоя порошка рабочий зазор между кольцом и валком самоуставливается (от 0 до максимального, которому соответствует положение осей кольца, валка и вала-шестерни в одной плоскости) за счет поворота серег, в которых установлен валок. В связи с этим изменяется и технологическое усилие, действующее на обрабатываемую среду. Мельница установлена на поворотной платформе,

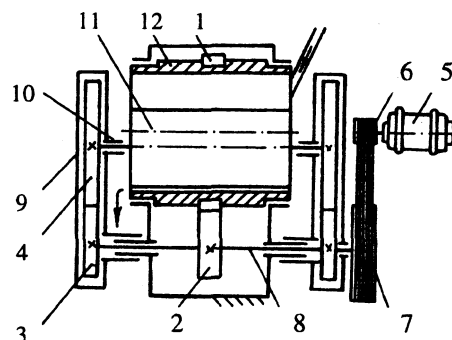


Рис. 1. Схема головки роliko-кольцевой мельницы с саморегулируемым режимом размола: 1 – зубчатое колесо кольца; 2, 3 – зубчатые колеса вала-шестерни; 4 – зубчатые колеса вала; 5 – электродвигатель; 6, 7 – ведущий и ведомый шкивы клиноременной передачи; 8 – ведущий вал-шестерня; 9 – серьги; 11 – валок; 12 – кольцо

позволяющей изменять угол наклона осей валка и кольца к горизонту от 0 до 15°. При наклоне осей валка и кольца движение обрабатываемого материала, центробежными силами прижимаемого к поверхности кольца, осуществляется по «винтовой» линии в направлении от загрузочной стороны (торца) кольца к выгрузочной. Ограниченная возможность самонастройки путем изменения зазора между валком и кольцом в этой мельнице требует точной дозировки подаваемого в зону обработки материала.

При подаче материала в пространство между вращающимися валком и кольцом происходит его захват и обжатие с перемещением по очагу уплотнения и деформации. При этом рассогласование окружных скоростей валка и кольца вызывает не только скольжение валка по поверхности обрабатываемого материала, но и продольную структурную деформацию материала, интенсифицирующую разрушение и размол составляющих его частиц. При установившемся процессе прокатки-размола порошкового материала центр давления – угловая координата точки приложения силы  $P_p$  (рис. 2), как и при прокатке в валках, составляет 0,3 угла захвата материала поверхностью валка  $\alpha_B$ .

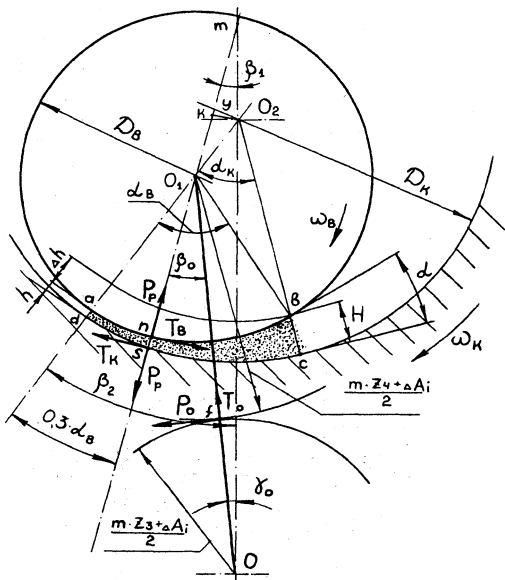


Рис. 2. Схема силового взаимодействия рабочих элементов роlikо-кольцевой мельницы с обрабатываемым материалом

При подаче материала в мельницу ( $h > 0$ ) нарушается равенство контактных касательных сил по поверхностям валка  $T_B$  и кольца  $T_K$ , так как направление нормальных составляющих сил  $P_p$

не проходит через центр вращения кольца. Смещение  $y_i$  (рис. 2) составляет

$$y_i = e_i \sin(0,3\alpha_B),$$

где

$$e_i = O_1 O_2 = 0,5(D_K - D_B) - h_i;$$

$$\alpha_B = \arccos \left[ 1 - \frac{\Delta h_i (0,5D_K - h_i)}{0,5D_B (0,5D_K - h_i - 0,5D_B)} \right],$$

$D_K$  – внутренний диаметр кольца;  $D_B$  – диаметр валка;  $h_i$  – конечная высота слоя материала;  $\Delta h_i$  – изменение высоты слоя порошка при его уплотнении и деформации.

При скорости валка  $V_B$ , большей скорости кольца  $V_K$ ,  $T_B > T_K$ , скольжения материала по поверхности кольца не происходит. Граничные условия деформируемого материала по поверхности контакта с валком определяются выражением  $T_B = fP_p$ , а с кольцом  $T_K < fP_p$ , где  $f$  – коэффициент трения между материалом и инструментом,

$$P_p = \frac{P_0 (mz_3 + \Delta A_i)}{m(z_1 + z_2) \sin \beta_{li}};$$

$$\beta_{li} = \arccos \left( \frac{A_2^2 + e_i^2 - A_{li}^2}{2A_2 e_i} \right) - 0,3\alpha_B;$$

$$A_{li} = OO_1 = 0,5m(z_3 + z_4) + \Delta A_i;$$

$$A_2 = OO_2 = 0,5m(z_1 + z_2),$$

где  $P_0$  – окружное усилие зубчатой передачи привода валка;  $m$  – модуль зубчатых колес привода роlikо-кольцевой мельницы;  $z_1, z_2, z_3, z_4$  – числа зубьев соответствующих колес (рис 1);  $\Delta A_i$  – установочный зазор между валком и кольцом.

В реальных условиях величина  $P_p$  ограничена прочностью деталей.

Тогда угол контактного взаимодействия, определяющий граничные условия по поверхности кольца:

$$\varphi_K = \arctg \left( \frac{T_K}{P_p} \right) = \arctg \frac{(fD_B + 2y_i)}{D_K} < \arctg f.$$

Полученное выражение позволяет принимать обоснованные значения граничных условий при анализе напряженно-деформированного состояния порошка, обрабатываемого давлением между кольцом и валком.

Рецензент докт. техн. наук,  
проф. ПРИСЕВОК А. Ф.